

УДК 004.032.26

А.В. Наконечна, студентка гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПІРОМЕТРИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЛИВАРНО-ПРОКАТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Анотація. Розглянуто існуючі методи пірометрії, що використовують для автоматизованого контролю температури в індукційних системах нагріву. У роботі виконано порівняння цих методів за наявності факторів, які впливають на вимірювання та описані сучасні методи зчитування інформації та передачі даних.

Ключові слова: індукційний нагрів, пірометри, одноколірні пірометри, двоколірні пірометри.

ВСТУП

Сучасні системи індукційного нагріву широко використовуються в сучасній ковальській промисловості для гарячого кування. Перед куванням сталь нагрівають до температури від 1000 °С до 1250 °С. Необхідна температура процесу залежить від вмісту вуглецю та конкретних легуючих елементів у сталі. Гаряча ковка вимагає рівномірного розподілу тепла по ширині та довжині заготовки. Заготівлю нагрівають до температури вище температури її перекристалізації.

Існують різні способи нагрівання металу. Сюди входять індукційні, газові та мазутні печі, інфрачервоне випромінювання та нагрівання електричним опором. Індукційний нагрів пропонує явні переваги: швидке нагрівання, рівномірний розподіл тепла та точне регулювання температури [1]. Для автоматизації контролю температури в індукційних системах нагріву перспективно використовувати пірометри.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПІРОМЕТРОМ

Пірометри вимірюють температуру без контакту і не мають деталей, що зношуються. На основі закону випромінювання Планка пірометр фіксує інфрачервоне випромінювання і перетворює його на температурне значення. Протягом мілісекунд і з безпечної відстані пірометр визначає температуру заготовки в момент виходу з індуктора. Дані про температуру можуть бути використані в завданнях інтелектуального автоматизованого неруйнівного контролю [2].

Пірометри можна розділити на одноколірні та двоколірні. Одноколірні прилади виявляють інфрачервоне випромінювання в одному спектральному діапазоні хвиль. Принцип роботи двоколірних пірометрів заснований на вимірюванні відношення значень випромінюваних енергій двох або більше хвиль в різних колірних спектрах. Пірометр обчислює температуру, виходячи із співвідношення цих двох інтенсивностей.

Обидва види пірометрів використовуються в завданнях неруйнівного контролю під час індукційних процесів нагрівання. Вибір потрібного приладу буде залежати від ряду факторів: необхідної точності, бажаної універсальності пристрою, простоти експлуатації та ціни придбання. Метою роботи є аналіз методів пірометрії, які можуть бути застосовані в автоматизованих системах контролю якості процесів ливарно-прокатного виробництва.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ

Коли частинки та завади у вигляді пилу, диму і пари в зоні видимості послаблюють сигнал на кожній з двох довжин хвиль в однаковій мірі, співвідношення двох інтенсивностей двоколірного пірометра залишається постійним. Двоколірний пірометр продовжує видавати точні та надійні дані про температуру навіть у разі ослаблення сигналу до 90% [3]. З одноколірним пірометром згасання негайно призведе до погіршення точності вимірювання.

Завади в зоні прямої видимості або пил і бруд на лінзі зменшать кількість інфрачервоної енергії, що надходить до датчика. Найновіші двоколірні пірометри оснащені монітором інтенсивності сигналу, функцією, яка викликає тривогу при перевищенні налаштованого користувачем порогу послаблення сигналу. Ця функція забезпечує надійність даних вимірювань. Постійні огляди лінз стають непотрібними, оскільки сам пірометр вказує, коли лінза занадто брудна. Це технічно неможливо для одноколірних пірометрів.

У разі використання одноколірних пірометрів об'єкт, що підлягає вимірюванню, повинен бути більшим за цільову пляму пірометра. Однохвильовий метод визначає температуру на основі середнього показника всього інфрачервоного випромінювання, захопленого всередині плями. Коли об'єкт не повністю заповнює пляму, датчик також отримуватиме випромінювання від фонових об'єктів. Якщо цей фон прохолодніший за об'єкт, показники температури заниженими. Це не відноситься до двоколірних пірометрів. Якщо цільовий об'єкт не заповнить пляму, послаблений сигнал не вплине на показники температури. За допомогою двоколірної техніки пірометр все одно даватиме точні показники температури, коли сам об'єкт на 80% менше, ніж цільова пляма [4].

Ще одна відмінність між цими двома методами пірометра є ступінь, в якій зміна розміру цілі і відстань буде впливати на показники температури. При вимірюванні в одному діапазоні довжин хвиль фокусна відстань повинна бути точно витримана, щоб отримати точні результати. Індукційні системи нагріву часто використовують одноколірні пірометри з оптикою з фіксованим фокусом. При виборі положення установки слід дотримуватися точної відстані фокусування. Однак на практиці необхідна відстань фокусування може бути недоцільною через обмеження установки або прилади з регульованою можливістю фокусування іноді неправильно регулюються. У разі використання двоколірних пірометрів помилки, спричинені такими факторами, як різна відстань чи розмір або неправильне фокусування, будуть незначними [5].

ЗЧИТУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Індукційні системи нагрівання зазвичай оснащені приладом для вимірювання температури. Автоматизована система управління процесом забезпечує збереження параметрів процесу. Заготовки, які не досягли температури кування або були перегріті, автоматично потрапляють в брак.

У країнах, де застосовуються менш прогресивні технології, все ще часто можна зустріти нагрівання полум'ям, яке не дозволяє точно вимірювати температуру. Однак індукційне нагрівання стає все більш популярним, і

ковальські операції все частіше переходять на індукційні лінії нагрівання. У процесі модернізації свого обладнання ковальські компанії часто купують прилад для вимірювання температури як самостійний пристрій. Для таких застосувань корисно використовувати інтелектуальний цифровий блок відображення для підвищення швидкості обробки сигналів пірометра для автоматичного формування точних даних про температуру заготовки. Зовсім недавно на ринку спостерігається поява датчиків, які можуть підраховувати та реєструвати кількість прийнятих та відхилених заготовок. Ці дані можна експортувати на підключений ПК або користувач може вибрати варіант бездротового передавання даних, такий як смартфон з інтерфейсом Bluetooth.

ВИСНОВКИ

Точний автоматизований контроль температури має важливе значення для досягнення максимально можливої ефективності в індукційному нагріванні заготовок.

Одноколірні пірометри дають хороші результати, коли такі виробничі параметри, як розмір цілі, фокусна відстань, властивості матеріалу та поверхні залишаються незмінними. Однак для отримання максимальної точності даних та простоти фокусування слід вибирати двоколірні пірометри. Їх перевагою є те, що вони можуть працювати в різних колірних спектрах. Завдяки їх показникам можна застосовувати це обладнання в забруднених місцях, так як наявність сторонніх компонентів (пару, пилу, диму та інших) на його роботу не впливають. Хоча економічні міркування також відіграють певну роль у прийнятті рішень про придбання того чи іншого приладу. Залежно від особливостей, двоколірний пірометр коштуватиме дорожче, ніж одноколірний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Lasobras J., Alonso R., Carretero C., Carretero E., Imaz E. Infrared Sensor-Based Temperature Control for Domestic Induction Cooktops. *Sensors*. // SPIE. – 2014. – pp. 5278–5295.
- [2] Momot A. S. The Use of Backpropagation Artificial Neural Networks in Thermal Tomography / A. S. Momot, R.M. Galagan. // proc. 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC) Kiev, 8-12 October 2018 / IEEE. – 2018. – pp. 1–6.
- [3] Криксунов Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники. — М.: Советское радио, 1978. — 400 с.
- [4] Vollmer M., Möllmann K.P. Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications. Wiley; Weinheim, Germany: 2011.
- [5] Ibarra-Castaneda C., Genest M., Piau J.M., Guibert S., Bendada A., Maldague X.P., Chen C. Ultrasonic and Advanced Methods for Nondestructive Testing and Material Characterization. In: Chen C.H., editor. Active Infrared Thermography Techniques for the Non-Destructive Testing of Materials. World Scientific; Singapore, Singapore: 2007. pp. 325–348.

Наук. керівник – доктор філософії, ас. Момот А.С.